

PAT-NO: JP403135746A /
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03135746 A
TITLE: IONIZATION VACUUM GAUGE
PUBN-DATE: June 10, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
KANEMOCHI, TORU
KINOSHITA, TOMOYUKI
URANO, TOSHIO
HONGO, SHOZO
NAKAMURA, SHIZUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME
COUNTRY
ULVAC JAPAN LTD N/A

APPL-NO: JP01273033
APPL-DATE: October 20, 1989

INT-CL (IPC): G01L021/30

US-CL-CURRENT: 324/460

ABSTRACT:

PURPOSE: To measure pressure in an ultra-high-vacuum area by generating ions at an ion generation part by the collision of an electron, emitted from the

cathode of an electron gun part, against residual gas molecules during reciprocal motion, and gathering the ions.

CONSTITUTION: An electric field production part 24 where doughnut-shaped electrodes 24a - 24f are arranged coaxially at specific intervals is formed behind the electron gun part 23 and the electrodes are applied with specific voltages respectively. The electron emitted from the heat cathode 21 is accelerated because of the potential difference between the cathode 21 and electrode 24a to flow nearby the axis of the hole of the electrodes and move toward the electrode 24d, but ~~decelerated~~ to stop. The stopping electrode is inverted to return to nearby the cathode 21 and stop, and this motion is repeated. While the electron reciprocates, the electron collides against the residual gas molecules to generate the ions with high probability. The generated ions while gathered by an ion gathering part (between the electrodes 24d and 24f) are accelerated toward an ion collector part 25 and gathered by the collector 25 eventually. Consequently, the coefficient value of the vacuum gauge becomes large and the value of a necessary electron current may be small.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A) 平3-135746

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)6月10日

G 01 L 21/30

A

8104-2F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 電離真空計

⑮ 特 願 平1-273033

⑯ 出 願 平1(1989)10月20日

特許法第30条第1項適用 平成1年5月9日、日本真空協会開催の「平成元年度第1回研究例会講演」において文書をもつて発表

⑰ 発 明 者	金 持 徹	兵庫県西宮市甲子園口町1丁目3-6-301
⑰ 発 明 者	木 下 智 之	大阪府大阪市平野区喜連西4-1-28-501
⑰ 発 明 者	浦 野 俊 夫	大阪府箕面市新稲3丁目10-3
⑰ 発 明 者	本 郷 昭 三	兵庫県西宮市北六甲台4丁目22-5
⑰ 発 明 者	中 村 静 雄	神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 日本真空技術株式会社内
⑰ 出 願 人	日本真空技術株式会社	神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地

明 細 書

1. 発明の名称

電離真空計

2. 特許請求の範囲

1. 陰極より電子を放出させる電子銃部と、この電子銃部の後方に、丸い穴を中心にもつ複数の電極を所定の間隔で同軸上に配列した電界形成部と、この電界形成部の後方に配置したイオンコレクタ部とを備え、上記電子銃部の陰極と、上記電界形成部を構成する複数の電極の中より選ばれた中間に位置する特定の電極との間を、上記電子銃部の陰極より放出された電子を往復運動させて残留気体分子と衝突させることによってイオンを発生させるイオン生成部とし、上記選ばれた中間に位置する特定の電極と、上記イオンコレクタ部に最も近い電界形成部の電極との間を、上記イオン生成部で発生したイオンを収集しながら上記イオンコレクタ部の方向に加速するイオン収集部としたことを特徴とする電離真空計。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は 10^{-4} Pa 以下の極高真空領域の圧力を測定することができる電離真空計に関するものである。

(従来の技術)

電離真空計は、圧力を P 、フィラメントからの電子電流を I_e 、電離真空計係数を S とおくと、イオンコレクタに流れこむイオン電流 I_i は次式で示される。

$$I_i = S \cdot P \cdot I_e \dots \dots \dots (1)$$

このような式で示される電離真空計において、圧力 P の低下に対応してイオン電流 I_i が減少し、イオン電流 I_i が雑音信号 I_n と等しくなったとき ($I_i = I_n$) の圧力を測定限界圧力 P_n と呼んでいる。

したがって、極高真空領域での圧力測定を可能にするためには、雑音信号 I_n を減少させることが重要である。

そこで、雑音信号 I_n の原因となるものを列挙すると、

①熱電子がグリッドを叩いたときに発生するX線がイオンコレクタより放射させる光電子による電流 I_{11} 、

②動作中の温度上昇に起因する電流 I_{12} 、

③フィラメント物質が蒸発してその蒸気がイオン化されることによるイオン電流 I_{13} 、

④熱電子がグリッドの表面を叩いたときにグリッド表面に吸着していた気体を中性粒子又はイオンの状態で放出することによる電流 I_{14} 、

などがある。

したがって、雑音信号 I_1 は次式で示される。

$$I_1 = I_{11} + I_{12} + I_{13} + I_{14} \dots (2)$$

しかしながら、従来の電離真空計においては、雑音信号 I_1 の中でも、特に I_{11} の占める割合が大きく、最も大きな雑音源になっていたから、 I_1 以外の雑音を無視して、 I_{11} が近似的に次式で示されるものと広く考えられて来た。

$$I_1 = I_{11} \dots (3)$$

この I_{11} は、X線光電流発生係数を Y とすると、次式で示される。

圧力を測定しようとした場合、動作中の温度上昇に起因する電流 I_{12} の影響が生じる。即ち、真空計の動作中、電極温度の上昇による電極およびその周辺からの脱ガスのために、圧力が上昇し、 10^{-7} Pa以下の極高真空領域での圧力の測定が困難になる問題があった。また、グリッド1表面から中性粒子やイオンが放出されることによる雑音信号 I_{13} 、やフィラメント物質が蒸発してその蒸気がイオン化されることによる雑音信号 I_{14} なども測定を妨害している可能性が大きかった。

このことは、先に(2)式から(3)式に進むときに、 I_1 以外の雑音を無視したことが、極高真空の測定において正しくなかったことを示している。即ち、(6)式において、 Y を小さくすることと、 S を大きくすることは本当は同等ではなく、 Y を小さくするだけでは不十分なのである。

以上のことを換言すると、次のように言うこともできる。即ち、 Y を小さくすると、(4)式から明らかなように I_{11} が減少し、(2)式における I_1 を小さくすることができるが、 I_{12} をある程度より

$$I_{11} = Y \cdot I_0 \dots (4)$$

そこで、測定限界圧力 P_0 のときには、 $I_{11} = I_1$ の状態になっていると考え、上記(1)式及び(4)式より、次式が成立する。

$$S \cdot P_0 \cdot I_{11} = Y \cdot I_0 \dots (5)$$

(5)式を変形すると、次式で示されるようになる。

$$P_0 = Y / S \dots (6)$$

この(6)式にしたがえば、 P_0 を引き下げるためには、 Y を小さくすることと、 S を大きくすることとが同等に重要であることになる。

そこで、従来は、まず、 Y の値を小さくするために、例えば、Redheadが作成した第3図に示されるエキストラクター真空計が開発された。このエキストラクター真空計は、グリッド(X線発生部)1とイオンコレクタ2との間にX線に対する遮蔽板3を置き、この遮蔽板3の穴からイオンだけをイオンコレクタ2側に引き出して測定するものである。なお、図において、4はフィラメント、5はイオンリフレクタである。

しかしながら、上記エキストラクター真空計で

小さくすると、 I_{12} 、 I_{13} 、 I_{14} などの影響が目立つようになり、 I_{11} は全体として減少しなくなる。そのために Y を小さくするだけでは P_0 を引き下げることができないのである。

そこで、低い P_0 を得る手段として、(6)式における S を大きくする場合を考察する。すると、この場合には(1)式から明らかなように、同一強度の信号 I_0 を得るために必要とされる I_{11} が小さいのである。すると、(4)式から明らかなように I_{11} は少なく、この点では(4)式が示すように Y が小さい場合と同様である。しかし、同じように I_{11} が少ないといっても、この場合には、必要な熱電子の量 I_0 が少ないのであるから、陰極の発熱量を減らすことが出来る。だから、この場合には、単に、 I_{11} が小さくなるだけでなく、 I_{12} 、 I_{13} 、 I_{14} などがすべて小さくなり、確実に P_0 を小さくすることが出来るのである。したがって、極高真空中で測定できる真空計は、 S の大きな真空計でなければならない。

この事情は、従来、充分に認識されていたわけ

ではないが、過去においてもSを大きくする真空計の研究が行なわれたことがある。Sを大きくする電離真空計として、例えば、第4図に示されるラファティの電離真空計がある。このラファティの電離真空計は、永久磁石8による磁界によって、電子をフィラメント7の周辺で長く周回運動させ、電子の飛行距離を長くしたものである。なお、図において、8はアノード、9はイオンコレクター、10はシールドである。

上記のようにラファティの電離真空計は、磁界を利用しているが、磁界の利用は精密な実験に適さない。極高真空を利用する真空装置は、精密な実験を行うときに使用される場合が大部分であるから、ラファティの電離真空計は極高真空を利用する真空装置には適していない問題がある。

そこで、磁界を利用せず、Sを大きくした電離真空計としては、第5図に示されるオービトロン型電離真空計がある。このオービトロン型電離真空計は、アース電位となった円筒状のイオンコレクター11の中心軸上に細い針状のアノード12

があり、両者の中間にフィラメント13が設けられている。したがって、フィラメント13より出た電子は、アノード12の方向に引かれるが、最初からまっすぐアノード12の方向に進んだもの以外はアノード12のそばを通りすぎ、アノード12の周辺を非常に長く飛び回るようになり、Sの値を大きくすることが可能となる。だが、このオービトロン型電離真空計は、イオンコレクター11が大きな立体角でアノード12を取り囲んでいるため、Yの値も大きくなる。

このようにオービトロン型電離真空計は、Sの値が大きい、Yの値も大きいので、(6)式より、 P_0 はそれほど下がらず、極高真空領域での圧力測定には適していない。

(発明が解決しようとする課題)

従来の電離真空計は、上記のように極高真空領域での圧力測定に適していない問題があった。極高真空の測定できる真空計は、Yの値が小さいだけでなく、Sが大きいことが重要である。その理由をさらに詳しく述べると以下の通りである。

Yの値が小さいだけの真空計では、 I_0 が減少するだけで、 I_{00} を始めとする他の雑音を減少できないため、極高真空領域での圧力測定ができない。ところが、Sの大きい真空計においては、同一の信号 I_0 を得るために必要な熱電子の量 I_0 が小さいために、 I_0 をはじめ、 I_{00} 、 I_{01} 、 I_{02} などの雑音がすべて減少し、そのために I_0 と I_0 の関係が改善されて測定限界圧力 P_0 が引き下げられるのである。

この理由をさらにのべると、逆に、Sの小さい真空計の場合、多量の熱電子を発生させる必要があるために陰極からの熱発生が大きくなって I_{00} が大きく、また陽極をたたく電子数が多いために強力なX線が発生してそれが強い雑音 I_{01} を発生させ、さらに陰極物質の蒸発による雑音 I_{02} 、陽極からの吸着気体の脱離による I_{03} などが大きくなる。即ち、(2)式に示されたさまざまな雑音の影響は、Sが小さい時に厳しくなり、Sを大きくすることによってすべて減少させることができる。

(1)式から明かなように、Sは陰極を出発した熱

電子が陽極に達するまでにイオンを発生させる確率である。したがって、陰極を出発した電子が陽極に達するまでに、イオン発生可能な空間の中を飛行する距離を長くする方法が有効である。先にあげたラファティの真空計では、磁石を利用して電子にフィラメントの周辺で長く周回運動をさせている。しかし、磁石を利用することが好ましくないことは既に述べた。オービトロン真空計は、磁石を利用せずに、静電場の中で電子に周回運動をさせることに成功している。しかし、この場合には、適当な静電場を形成させるための電極としてイオンコレクター電極が利用されている。そのため、イオンコレクターの形状は第5図のような陽極を囲む円筒形となっており、工夫の余地がなく、その結果、Yが大きくなって極高真空計としては不十分な性能となっている。

したがって、解決しようとする課題は下記のように整理できる。(1)磁石を利用せずに静電場だけで、イオン発生空間の中を、電子の長い距離を飛行させ、大きなSを得る。(2)電子のための静電場

の形成にはイオンコレクターを利用しないで、イオン発生空間で発生したイオンを外に取り出してイオンコレクターに導く。このことによってイオンコレクターの形状や配置に工夫の余地を残し、Yを小さくする。

この発明は、電子に周回運動ではなく往復運動をさせる方式を採用することによって、上記二つの課題を解決し、 10^{-10} Pa以下の極高真空領域での圧力を測定することの出来る電離真空計を提供することを目的とするものである。

(課題を解決するための手段)

上記目的を達成するために、この発明の電離真空計は、陰極より電子を放出させる電子銃部と、この電子銃部の後方に、丸い穴を中心にもつ複数の電極を所定の間隔で同軸上に配列した電界形成部と、この電界形成部の後方に配置したイオンコレクタ部とを備え、上記電子銃部の陰極と、上記電界形成部を構成する複数の電極の中より選ばれた中間に位置する特定の電極との間を、上記電子銃部の陰極より放出された電子を往復運動させて

おり、同図において、フィラメントよりなる熱陰極21とウェーネルト電極22とで電子銃部23が形成され、電子銃部23の熱陰極21は電子を放出するようになっており、熱陰極21には+50V程度のいわゆるバイアス電圧が印加され、また、ウェーネルト電極22には0Vの電圧が印加されている。電子銃部23の後方には丸い穴を中心にもつドーナツ型の6個の電極24a、24b、24c、24d、24e、24fを所定の間隔で同軸上に配列した電界形成部24が形成され、電極24aには $V_1 = +500$ V、電極24bには $V_2 = 0$ V、電極24cには $V_3 = +300$ V、電極24dには $V_4 = +40$ V、電極24eには $V_5 = +10$ V、電極24fには $V_6 = +20$ Vの電圧がそれぞれ印加されている。そのため、電界形成部24の熱陰極21と、電界形成部24を構成する上記電極の中のものに位置する電極24dとの間は、熱陰極21より放出された電子をこの間で往復運動させて残留気体分子と衝突させることによってイオンを発生させるイオン生成部に

残留気体分子と衝突させることによってイオンを発生させるイオン生成部とし、上記選ばれた中間に位置する特定の電極と、上記イオンコレクタ部に最も近い電界形成部の電極との間を、上記イオン生成部で発生したイオンを収集しながら上記イオンコレクタ部の方向に加速するイオン収集部にしたことを特徴とするものである。

(作用)

この発明において、電子銃部の陰極より飛び出した電子は、イオン生成部において、往復運動しながら残留気体分子と衝突してイオンを発生させるようになる。その後、発生したイオンは、イオン収集部において、収集されながらイオンコレクタ部の方向に加速されるようになる。そして最後に、加速されたイオンがイオンコレクタ部で捕集されるようになる。

(実施例)

以下、この発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

第1図及び第2図はこの発明の実施例を示して

なっている。また、上記電極24dと、上記電極24fとの間は、上記イオン生成部で発生したイオンを収集しながら加速するイオン収集部になっている。電界形成部24の後方には、イオンコレクタ部25が配置され、そこにイオン収集部で加速されたイオンが捕集されるようになっている。

次に、作用について説明する。

電子銃部23の熱陰極21より放出された電子は、熱陰極21と電極24aとの電位差によりおよそ500 eV近くに加速され、電極の穴の軸の近傍を流れとなって電極24d方向に進むが、次第に減速され、ついには停止する。その後、停止した電子は反転し、今度は、熱陰極21の方向に流れ、熱陰極21のごく近傍まで戻り、そして、停止し、再び先の運動を繰り返すようになる。このようにして電子が往復運動を繰り返している間に、残留気体分子と衝突して、イオンが非常に高い確率で発生するようになる。その後、発生したイオンは、イオン収集部において、収集されながらイオンコレクタ部25の方向に加速されるようになる。そ

して最後に、加速されたイオンがイオンコレクタ部25で捕集されるようになる。

なお、上記実施例では、熱陰極21を使用しているが、この代わりに冷陰極を使用してもよい。また、各電極24a、24b、24c、24d、24e、24fに印加される電圧は、上記実施例に限定されることなく、電子が往復運動させたり、あるいは、イオンを収集しながら加速することのできる値であれば、いかなる値であってもよい。更に、電極の数は6個に限らず、いかなる数であってもよい。更にその上、電極の形状は、上記実施例に限定されることなく、例えば、短い円筒電極を同軸に配置したものであってもよい。

(発明の効果)

この発明は、電子銃部の陰極より放出された電子がイオン生成部において、往復運動しながら残留気体分子と衝突してイオンを発生させるようになっているので、電離真空計係数Sの値が大きくなる。そのため、従来の電離真空計と比較すると、同等程度のイオン電流を得るために必要な電子電

流I_eの値が非常に少なくて充分であり、その結果、X線光電流I_x、動作中の温度上昇に起因する雑音電流I_nなど、ほとんどすべての種類の雑音電流が減少する。

測定限界圧力は雑音電流の総量I_nとイオン電流I_iが等しくなる圧力であるから、ほとんどすべての種類の雑音電流を残さず減らすことのできるこの発明によって、測定限界圧力P₀の値が引き下がり、磁石を利用していないこととも相まって、10⁻¹¹Pa以下の極高真空領域での、実用的な圧力測定が可能になる。

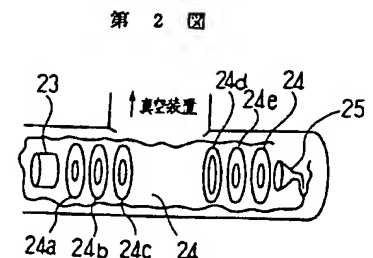
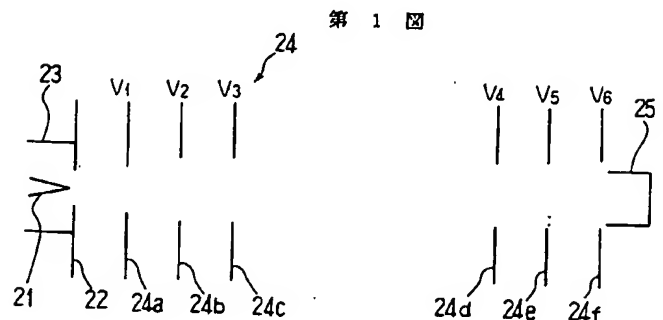
更に、この発明は、イオンを、イオン収集部において、収集しながらイオンコレクタ部の方向に加速するようにしているので、イオンコレクタ部の手前に遮蔽板を置いているときには、その遮蔽板のイオン通過穴を小さくすることが出来るようになる。遮蔽板と兼用になった電極の場合には、その電極のイオン通過穴を小さくすることが出来るようになる。

4. 図面の簡単な説明

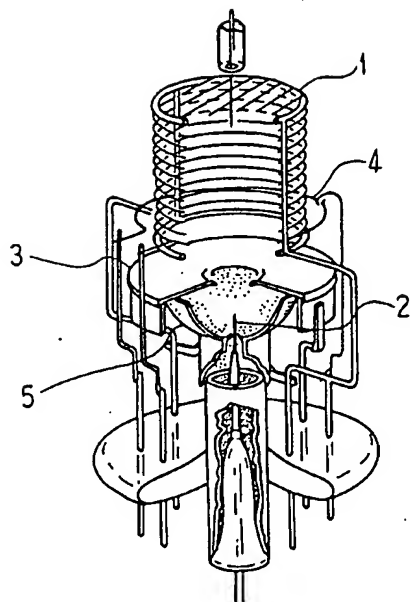
第1図及び第2図はこの発明の実施例を示しており、第1図は説明図、第2図は斜視図である。第3図は従来のエキストラクター真空計、第4図は従来のラファティの電離真空計、第5図は従来のオービトロン型電離真空計である。

図中、

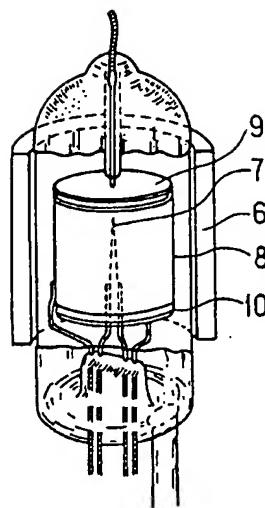
- 21 熱陰極
- 23 電子銃部
- 24 電界形成部
- 24a 電極
- 24b 電極
- 24c 電極
- 24d 電極
- 24e 電極
- 24f 電極
- 25 イオンコレクタ部



第 3 図



第 4 図



第 5 図

